

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 25-102
補助事業名 平成25年度 木造制振標準化を目指した次世代フェイルセイフ型
デバイス開発研究 補助事業
補助事業者名 第一工業大学 工学部 建築デザイン学科 教授 古田智基

1 補助事業の概要

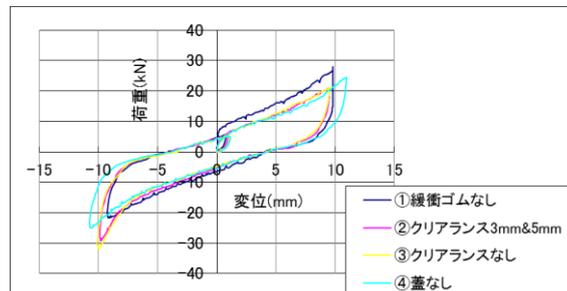
(1) 事業の目的

本開発研究事業は、木造住宅の制振構造標準化を目指し、安価で既往の技術で設置ができ、フェイルセイフ機能を兼ね備え、暴風に対しても効果を発揮する「次世代フェイルセイフ型耐(制)振・耐風デバイス」を提案し、その性能評価を行う。そして、実際に住む側のユーザー目線で見ると費用対効果が確認できる設計・性能評価手法を提示する。すなわち、木造住宅向けに、普及・標準搭載可能なメンテナンスフリーで非流体の耐(制)振・耐風デバイスを新たに開発し、本デバイス搭載建物の設計方法並びに性能評価手法(効果確認手法)を明確・一般化する。

(2) 実施内容

① ダンパー単体の評価実験

等価剛性(K)はほぼ設計通りであることと、等価粘性減衰(heq)はほぼ20%以上の安定した減衰性能が得られることが確認できた。ダンパー端部に設置したフェイルセイフバネ(緩衝ゴム)の効果は、ダンパー変位量で $\delta=8\text{mm}$ 程度からの剛性上昇が確認できた。大地震時(レベル2)のダンパー変位を $\delta=5\text{mm}$ 程度に設定するため、 $\delta=5\text{mm}$ 程度以降の剛性の向上(耐力上昇)にする必要がある。

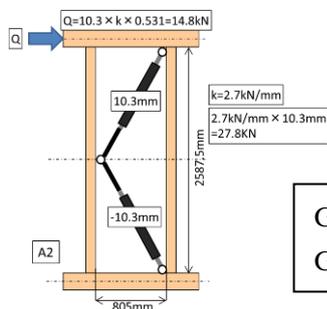


ダンパーの荷重—変位関係

② ダンパーの取付け位置(角度)の検討

考えられるダンパーの取付け位置(角度)の検討を5パターン実施し、鋼管の座屈等を考慮し、K型配置とすることとした。層間変形角 $R=1/60\text{rad}$ 時にK型のダンパー1本

の変位は計算上10.3mmとなり、ダンパーの剛性を2.7kN/mmとすると、R=1/60rad時の水平耐力は14.8kNとなり、R=1/120rad時では7.4kNとなるので、壁倍率4.1に相当する。

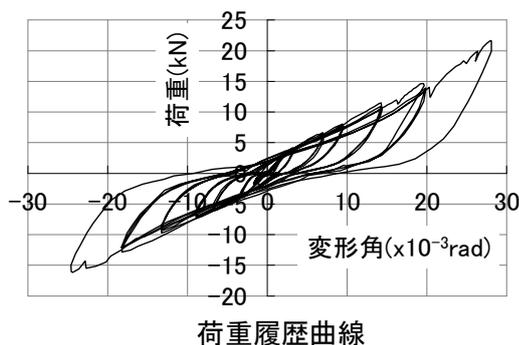
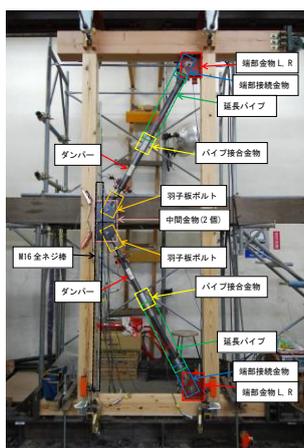


- ・ ダンパーの変位 : R=1/60rad 時
- ・ k : ダンパーの剛性 (kN/mm)
- ・ Q : R=1/60rad 時の層せん断力

G4 : $10.3 \times 1.35 \times 0.531 = 7.4\text{kN} \Rightarrow$ 倍率 2.1 相当
 G8 : $10.3 \times 2.7 \times 0.531 = 14.8\text{kN} \Rightarrow$ 倍率 4.1 相当

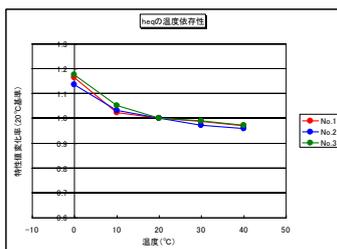
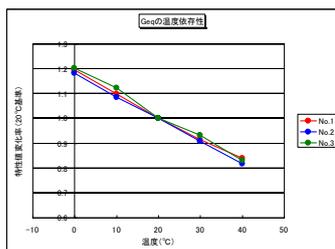
③ 静的フレーム実験

K型配置による静的フレーム実験を、横浜国立大学において実施した。ダンパー内の高減衰ゴムは、繰り返し加力に対しても顕著な剛性低下はみられず安定した挙動を示した。壁倍率は、当初の目標値である倍率4を確保していることが確認でき、フレーム自体の等価粘性減衰定数 (heq) は平均して10%を確保しており、ダンパーの減衰効果を確認した。

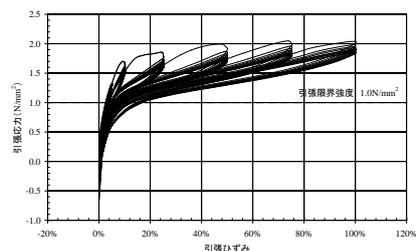


④ 高減衰ゴムの環境変化に伴う変化率 (信頼性評価)

本ダンパーを実際の建物に適用する場合、環境変化 (温度変化、振動数変化 (速度変化)、経年変化) による依存性 (変化率) を考慮した設計としなければならない。これらの変化率は、実用化できる (設計できる) 依存性の範囲であることを確認した。さらに、繰り返し引張り試験を行った結果、 $\sigma_y = 1.0 \text{ N/mm}^2$ 以上の強度を有していることが確認でき、地震時の繰り返しに対してまったく問題のないことを確認した。



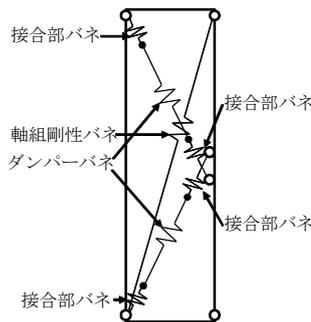
温度依存性



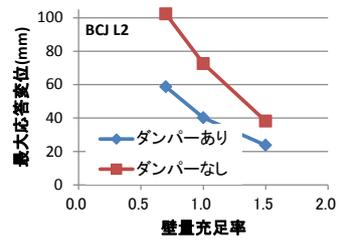
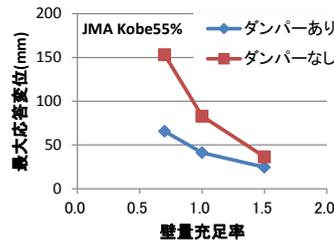
引張応力-引張ひずみ関係

⑤ ダンパーを設置した時の効果予測（総合評価・確認）

ダンパーを併用した場合、壁量充足率が1.0の場合の最大応答変位は、1/40rad～1/30rad程度となり、ダンパーを併用することによって、1/60rad～1/70rad程度に応答を抑えることが確認できた。ダンパー設置による応答変位の低減効果は、壁量充足率が小さいほど大きく、壁量充足率が0.7の場合には43%に低減されるケースもある。地震応答解析の結果、本ダンパーを用いることで既存耐力壁より大きく地震応答変位を低減できることが分かった。



解析モデル



最大応答変位

⑥ ダンパーの実装

本ダンパーの地域社会貢献及び施工性の確認として、地域建築士会（鹿児島県建築士会霧島・始良支部）及び地方自治体（鹿児島県霧島市）協力の下、霧島市内の建物を対象に実装活動を実施した。

取付け方法は非常に単純で、約20分程度と非常に短時間でセットできることを確認した。



2 予想される事業実施効果

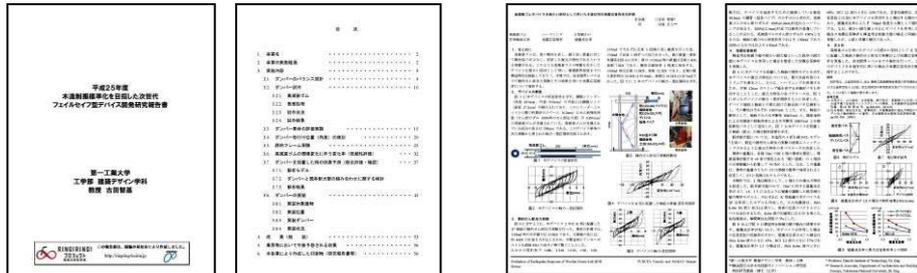
本ダンパーの開発により、現在既に市販されている制振ダンパーを建物に適用する際の設計方法、ならびに適用した場合の効果・評価を明確にする必要性がでてくる。すなわち、実際に住む側の目線で見えた場合、どのような設計根拠を基にして設置されていて、どのような効果があるのか標準的な指標を定める必要性が問われる。

さらに、今回の実装で、非常に容易に取り付けることが可能なことを確認したため、現在専門の教育を受けていなければ設置できないダンパーとの差別化を大きく図ることができた。これは、実際に実装に見学に来られた設計事務所、ハウスメーカーの見解でもある。そして、価格的にも非常に安価であることを実証したため、本ダンパーの商品化に向けた更なる検討・準備を継続する。

3 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- 平成25年度 木造制振標準化を目指した次世代フェイルセーフ型デバイス開発研究報告書
- 日本建築学会学術講演梗概集：高減衰ゴムデバイスを筋かい部材として用いた木造住宅の地震応答性状の評価



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

- 公開講座技術資料：木造制振標準化を目指した次世代フェイルセーフ型デバイス
- 実装資料：次世代フェイルセーフ型制振・耐風ダンパー



4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名 : 第一工業大学 工学部 建築デザイン学科 古田研究室
住所 : 〒899-4395
鹿児島県霧島市国分中央1-10-2
申請者 : 教授 古田智基 (フルタトモキ)
担当部署 : 建築デザイン学科
E-mail : t-furuta@daiichi-koudai.ac.jp
URL : <http://www.daiichi-koudai.ac.jp/>